

Цена за килограмм условного топлива, руб./кг	Приведённые затраты ВЭК, руб./кВт·ч	Приведённые затраты ГТУ, руб./кВт·ч
1	2,73	3,95
2	4	4,3
3	5,27	4,65
4	6,55	5

Из расчетов видно, что удельные приведенные затраты на производство пиковой электроэнергии при использовании водородного энергетического комплекса для промежуточного перегрева ниже, чем при использовании пиковой ГТУ. Но производство пиковой электроэнергии с помощью ВЭК может быть выгодным при перегреве свежего пара, если цена топлива не превышает 2,4 руб./кг у.т.

Библиографический список

1. Пономарёв-Степной Н.Н. Атомно-водородная энергетика / Н.Н. Пономарёв-Степной, А.Я. Столяревский. М.: Энергоатомиздат, 2004.
2. Аминов Р. З. Оценка эффективности водородных циклов на базе внепиковой электроэнергии АЭС / Р. З. Аминов, А. Н. Байрамов, О. В. Шацкова // Теплоэнергетика. 2009. № 11. С. 41–45.

ВЭУ ДЛЯ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОТОКОВ

*Савельев В.Н., Попов А.И.
УрФУ*

Большинство равнинных территорий Российской Федерации имеют среднегодовую скорость ветра в пределах 3...5 м/с. Номинальную заявленную производителями мощность ветроустановки должны обеспечивать при скорости ветра 8...10 м/с.

Количество дней в году, когда такой ветер в наличии, невелико, поэтому и суммарная полезная мощность, вырабатываемая ВЭУ, незначительна.

Понизить частично требования к скорости ветра можно путем создания многолопастных пропеллерных колёс, при этом резко увеличивается их стоимость, снижаются обороты при вращении, что также накладывает дополнительные требования к увеличению передаточного числа и стоимости мультипликатора.

В последние годы стали активно разрабатываться новые конструкции роторных ВЭУ с вертикальной осью вращения. Для них не требуется время на переориентацию на новое изменившееся направление ветра. Кроме того, они могут использовать и слабые порывистые движения воздуха.

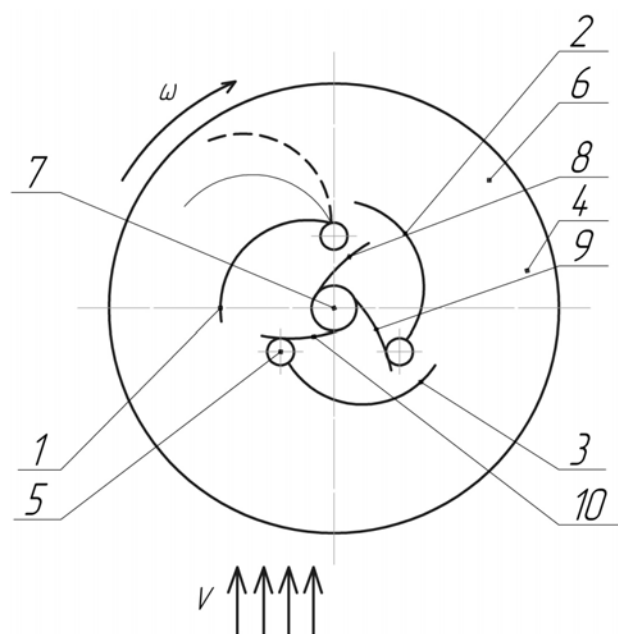
Известны конструкции аналогичного назначения, преобразующие энергию потока воздуха или воды во вращательное движение, в том числе ротора Савониуса, Кажинского, Угринского и других [1-5].

Такие конструкции имеют низкий коэффициент использования энергии ветра и ограниченный диапазон регулирования их скоростей. В такого рода системах лопасти, как правило, жёстко зафиксированы относительно крепящих

их дисков, а регулирование скорости осуществляется ручным открыванием-закрыванием створок или шторками, закрывающими часть поверхности ротора и управляемые от отдельного привода.

Особенность конструкции типа Савониуса в том, что часть основного воздушного потока, прошедшего через лопасть, идущей по ветру, поступает после оси вращения на другую лопасть, суммируя вращающий момент составным потоком.

Сотрудниками кафедры предложено усовершенствование данного технического решения [6], за счет введения дополнительного внутреннего ротора с противоположной круткой лопастей (рисунок) и поворотом подпружиненных лопастей на своих осях.



Роторный ветродвигатель

Роторный ветродвигатель работает следующим образом. В типовом роторе Савониуса профили лопастей выполнены в виде полуокружностей, смещенных по оси абсцисс относительно центра вращения, точка "О". Оптимальное смещение внутренних концов лопастей рекомендуется в пределах 0,4...0,6 от радиуса полуокружностей, после чего лопасти жестко фиксируются между дисками.

В предлагаемом же устройстве лопасти могут одновременно поворачиваться на осях 5, установленных на внутреннем (ближе к центру) конце лопастей.

На рисунке показано возможное пространственное положение только для лопасти 1. Если лопасти 1, 2, 3 выполнить подпружиненными, то при увеличении силы ветра оптимальная геометрия будет нарушаться, и обороты ветродвигателя уменьшаются. Подбирая упругость пружин, предоставляется возможность регулировать число оборотов. Работа внутреннего ротора, состоящего из лопастей 8, 9, 10, происходит следующим образом. Лопасти подпружинены и слегка поджаты к осям 5. Поток воздуха или воды "V" отражается от лопасти 1, приводя ротор во вращение, и большая его часть откидывает лопасть 8, которая перенаправляет поток дальше от центральной оси на конец лопасти 2. Это значительно усиливает момент силы и увеличивает коэффициент использования потока.

Макет данного устройства при сравнительных испытаниях с аналогичной конструкцией по Савониусу показал улучшение коэффициента использования энергии ветра более чем на 18...20 %, а момент стартового вращающего составил 1,2...1,5 м/с, против 3,0...3,2 м/с в модели по Савониусу.

Другим направлением развития роторных ВЭУ может быть размещение их на определенной высоте, в том числе создание гирляндных конструкций [7].

Гирлянда состоит из нескольких роторов меньшего диаметра, размещенных, например, на гибком тросе. В этом случае необходимая расчетная площадь ометания как бы растягивается по высоте, что снижает прочностные требования, как к отдельной лопасти, так и в целом к конструкции.

Преимущество данной конструкции также в том, что генератор располагается внизу, не требуется токосъем, а крепление в верхней части гирлянды производится через опорный подшипник, причем её мощность определяется наращиванием необходимого количества роторов.

Гирлянды могут размещаться на вышках радио и телесвязи, на опорах ЛЭП и мостов, на карнизах высотных зданий и т.д.

Известно, что с ростом высоты скорость ветра резко возрастает, и на больших высотах она стабильна, поэтому гирляндные ВЭУ могут быть использованы совместно с воздушными шарами или аэростатами.

Роторные конструкции ВЭУ занимают значительно меньшие площади при их размещении по сравнению с ВЭУ, имеющими ветроколеса с горизонтальной осью вращения. В этой связи перспективно использование для роторных ВЭУ различных дополнительных ветронаправляющих неподвижных экранов. Такие экраны могут иметь значительные отражающие поверхности, так как они закреплены в группе отдельно от конструкции ВЭУ. Собирая энергию ветрового потока с разных направлений и направляя её на ротор, экраны создают как бы эффект дополнительного увеличения площади ометания ВЭУ для слабых низкопотенциальных ветровых потоков.

Наибольший интерес в этой связи представляет идея автоматически управляемых ветронаправляющих экранов: заявка на изобретение подобной конструкции в настоящее время рассматривается.

Библиографический список

1. Кажинский Б.В. Свободнопоточные гидроэлектростанции малой мощности / Под. ред. Берга. М.: Энергия, 1950. Вып. 57. С. 31.
2. Кажинский Б.В. Свободнопоточные гидроэлектростанции малой мощности / Под. ред. Берга. М.: Энергия, 1950. Вып. 57. С. 33.
3. Роторный ветродвигатель: пат. 2118703 Рос. Федерация: МКИ F03D 3/0.
4. Ротор ветродвигателя: а. с. 1612109 СССР: F03D7/06.
5. Ветродвигатель: а. с. 1553758 СССР: F03D7/06.
6. Роторный ветродвигатель: свидетельство на полезную модель 31151 Рос. Федерация: F03D1/02.
7. Савельев В.Н., Попов А.И. О перспективах гирляндной ветроэнергетики // Энергетика 21 века. Техника. Экономика. Подготовка кадров: сб. материалов Всероссийской науч.-практ. конф. Екатеринбург: УрФУ, 2011. Ч. 2. С. 68-71.